

А. Ю. Власова

A. Y. Vlasova

vlasovaay@mail.ru

С. С. Рахматуллин

S. S. Rakhmatullin

samatrakhmatullin@gmail.com

ФГБОУ ВО «Казанский государственный

энергетический университет», г. Казань

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Л. А. Окунева

L. A. Okuneva

larisa-okuneva@mail.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-

строительный университет», г. Казань

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

**ЭКОЛОГИЗАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАДИЦИОННОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ ПОЛЬШИ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА БУРОУГОЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ “TUROW”**

**GREENING AND IMPROVING THE EFFICIENCY OF CONVENTIONAL POWER
GENERATION IN POLAND, USING THE EXAMPLE OF THE “TUROW” LIGNITE
THERMAL POWER PLANT PROJECT**

Аннотация: В работе представлен проект новой строящейся в Польше бурогоугольной тепловой электростанции “Turow” и реализующиеся на ней собственные современные технологии по производству башенных котлов и их горелочных устройств, мельниц-вентиляторов, турбин, работающих с параметрами пара USC, системы контроля качества воздуха и системы утилизации тепла дымовых газов котла от подрядчиков “Mitsubishi Hitachi Power Systems”, “Tecnicas Reunidas”, “Budimex SA”. Технологии позволяют повысить эффективность данной ТЭС, а также сократить количество загрязняющих атмосферу выбросов, образующихся при сжигании угля, тем самым представив успешное развитие традиционной энергетики сегодня.

Abstract: The article presents the project of a new lignite thermal power plant "Turow" under construction in Poland and its own modern technologies for production of tower boilers and their burners, fan-mills, turbines operating with USC steam parameters, air quality control system and

boiler flue gas heat recovery system from contractors "Mitsubishi Hitachi Power Systems", "Tecnicas Reunidas", "Budimex SA". The technologies make it possible to increase the efficiency of this thermal power plant, as well as to reduce the amount of air polluting emissions from coal combustion, thus presenting a successful development of traditional energy today.

Ключевые слова: экологизация традиционной энергетики, бурогольные тепловые электростанции, энергетика Польши, энергоблок "Turow", повышение эффективности электрогенерации

Keywords: greening of conventional energy, lignite thermal power plants, power industry in Poland, Turow power unit, increasing the efficiency of electricity generation

Сегодня 80% электроэнергии Польши генерируется сжиганием угля, поскольку данное топливо имеется в этой стране в изобилии [1]. Это подталкивает многих игроков энергетического рынка инвестировать финансовые ресурсы в сектор ТЭС Польши, делая ставку на строительство электростанций высокой эффективности [2]. Однако текущая экологическая ситуация в Европе такова, что ЕС стремится реструктуризировать область, касающуюся генерации электроэнергии с помощью сжигания ископаемых видов топлива в пользу ВИЭ и общего стимулирования к декарбонизации, вводя соответствующие директивы, следование которым обязательно и прописано в законе. Таким образом, для достижения наибольшей выгоды, при строительстве новых польских угольных ТЭС наряду с высокой эффективностью делается акцент на экологичность запланированных проектов [3].

Так, в 2014 г. "Mitsubishi Hitachi Power Systems" – компания, специализирующаяся на разработке устойчивых энергетических технологий, испанская инженерно-строительная компания "Tecnicas Reunidas" и польская строительная компания "Budimex SA" получили заказ на строительство одиннадцатого энергоблока на электростанции на буром угле "Turow" в Польше от "Polska Grupa Energetyczna S.A.", которая является крупнейшей государственной польской энергетической компанией [4].

Строительство началось 1 декабря 2014 г., а начало коммерческой эксплуатации станции планируется на 2021 г. На новом энергоблоке "Turow" применяются собственные технологии подрядчиков: по производству башенных котлов на буром угле, мельниц-вентиляторов, горелочных устройств котлов, турбин, работающих со сверхкритическими параметрами пара (Ultra Super Critical), система контроля качества воздуха (AQCS) и системы утилизации тепла дымовых газов котла [5].



Рис. 1. Внешний вид новой электростанции “Turow”

На рис. 1 показана 3D-модель станции, а на рис. 2 представлены основные технические характеристики “Turow”.

Пункт	Технические характеристики
Мощность	447.5 MW
КПД	>43%
Котел	Башенного типа (120м) на буром угле Состояние пара 271 bar (a)/600/610°C Расход пара: 1275 t/h(ПП) 1061 t/h(подогреватель)
Турбина	Двухпоточный цилиндр (48 дюймов) Состояние пара 262 bar (a)/597/609°C
Генератор	603MVA, 21kV
Градирия	С естественной тягой

Рис. 2. Основные технические характеристики электростанции “Turow”

Поскольку в качестве основного топлива используется бурый уголь, то для его сушки, улавливания содержащихся в нем летучих веществ и предотвращения воспламенений на данной установке реализована уникальная конфигурация системы сжигания [4] (рис. 3). Основные технические характеристики приведены на рис. 4.

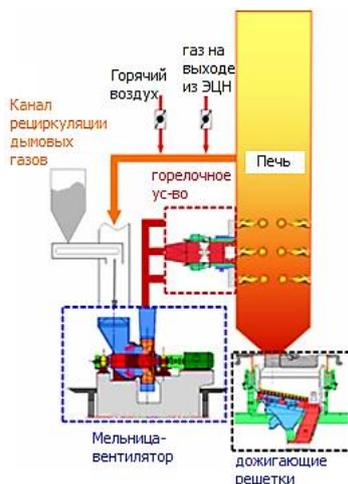


Рис. 3. Обзор конфигурации системы сгорания котла, работающего на буром угле

Для сушки бурого угля используется часть циркулирующего дымового газа из выхода печи. Проблема воспламенения угля решается регулированием требуемой температуры сушки и максимальной концентрации кислорода путем смешивания выходящего из печи газа с холодным дымовым газом, проходящим через электростатический фильтр, и горячим воздухом.

Пункт	Тех. характеристики
Тип котла	Башенный (прямоточный, СКД, с подогревом)
Параметры пара	
Основной расход	1275 t/h
Давление на выходе из ПП	271 bar (a)
Температура на выходе из ПП	600°C
Темп-ра от подогревателя	610°C
Тип горелки	RS®
Тип мельницы	DGS®
Тягодутьевое ус-во	Сбалансированное
Контроль температуры пара	
На выходе из ПП	Контроль вода/топливо
	Впрыскивающий парохладитель
На выходе из подогревателя	Впрыскивающий парохладитель

Рис. 4. Основные технические характеристики котла.

Для дробления, транспортировки и распределения бурого угля используется специальная мельница-вентилятор типа “Distributor Gebläse Schläger”. Для достижения контролируемого воспламенения, сгорания и низких выбросов NO_x применяются три горелочных устройства “Rund Strahl”, линейно расположенные от одной мельницы в вертикальном направлении стены печи. Также с целью повышения эффективности котла, в нижней части топки установлены дожигающие решетки для сжигания несгоревшего в золе углерода и система утилизации тепла дымовых газов через его обмен с питательной водой или конденсатной водой турбинной установки (рис. 5). Системы “FGHPWH” и “FGLPWH” на рис. 5 – соответственно система водонагревателя дымовых газов высокого давления для обмена тепла дымовых газов на питательную воду и система водонагревателя низкого давления для обмена тепла дымовых газов на конденсатную воду.

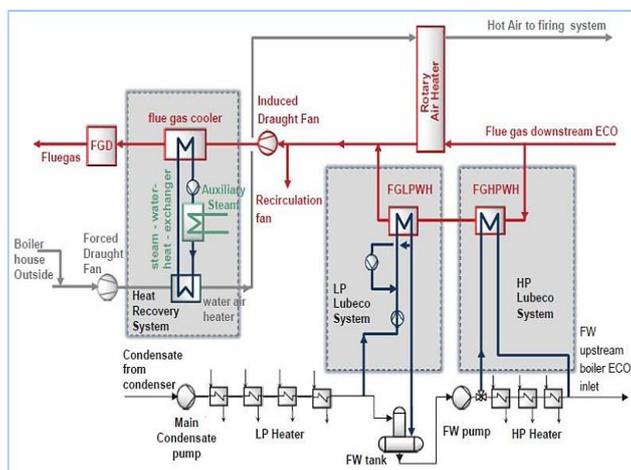


Рис. 5. Обзор системы – Система рекуперации тепла дымовых газов котла.

Расход питательной воды через “FGHPWH” зависит от нагрузки. Необходимый расход регулируется трехходовым клапаном, расположенным перед подогревателями питательной воды высокого давления. Температура воды на входе в “FGLPWH” регулируется потоком питательной воды через “FGLPWH”. Поток регулируется клапаном, а заданное значение температуры зависит от содержания SO₂ [7]. Таким образом, технологии, применяющимся на

электростанции “Turow” в Польше и других странах Восточной Европы за счет инвестиционной политики, подкрепленной изобилием бурого угля в регионах и ростом экологической осознанности, позволяют повысить эффективность генерации энергии на ТЭС, а также сократить количество загрязняющих атмосферу выбросов, образующихся при сжигании угля, что позволяет сегодня традиционной энергетике успешно развиваться [8].

Список литературы

1. Coal comfort: COP24 host Poland doubles down on fossil fuel. – Text : electronic // Power Technology. – 2019. – 16 Jan. – URL: <https://www.power-technology.com/features/profiling-poland-holding-onto-coal-as-cop-approaches/#:~:text=Poland%20continues%20to%20rely%20heavily,on%20the%20fuel%20for%20heating>. (дата обращения: 01.05.2021).
2. Report on the Polish power system. Version 2.0. – URL: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/CP-Polen/Agora-Energiewende_report_on_the_Polish_power_system_WEB.pdf (дата обращения: 02.05.2021). – Text : electronic.
3. Greening the power sector. – Text : electronic // European Environment Agency. – URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/greening-the-power-sector-benefits/benefits-of-an-ambitious-implementation> (дата обращения: 03.05.2021).
4. Turów Power Plant, Construction of the Power Unit. – Text : electronic // Ferrovial. – URL: <https://www.ferrovial.com/en-us/business/projects/turow-power-plant-construction-of-the-power-unit/> (дата обращения: 04.05.2021).
5. Ultra-Supercritical & Advanced Supercritical Technology. – Text : electronic // GE Steam Power. – URL: <https://www.ge.com/steam-power/coal-power-plant/usc-ausc> (дата обращения: 05.05.2021).
6. Turow Power Plant Expansion. – Text : electronic // NS Energy. – URL: <https://www.nsenergybusiness.com/projects/turow-power-plant-expansion/#:~:text=Operational%20since%201962%2C%20Turow%20is,ongoing%20expansion%20project%20by%202020> (дата обращения: 06.05.2021).
7. Application of Leading-Edge High-Efficiency USC Lignite-Fired Power Plant in Turow, Poland / M. Yorozu, D. Rajapakse, Y. Taguchi, M. Mitsukawa, J. Bowe // Mitsubishi Heavy Industries Technical Review. – 2017. – Vol. 54, is. 3. – URL: <https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/e543/e543002.pdf> (дата обращения: 07.05.2021).
8. Polish power plant in Turow given environmentally friendly facelift // Bilfinger. – URL: <https://www.bilfinger.com/en/press/engineering-technologies-news/articles/article/5847/> (дата обращения: 08.05.2021).